



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11080923 A**(43) Date of publication of application: **26 . 03 . 99**

(51) Int. Cl.

**C23C 8/26  
C23C 8/28  
F16C 33/32  
F16C 33/62**(21) Application number: **09236015**(22) Date of filing: **01 . 09 . 97**(71) Applicant: **NTN CORP**(72) Inventor: **TSUSHIMA MASAYUKI  
FUJII YUKIO****(54) ROLLING BEARING AND ITS PRODUCTION****(57) Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the generation of stamp flaws on the surface and to prevent deterioration in sounds by subjecting the bearing ring or rolling element of a rolling bearing to nitriding treatment in a ferritic temp. region and regulating the hardness of the surface to specified value or above.

**SOLUTION:** At the time of producing a rolling bearing having a bearing ring and a rolling element composed of steel preferably contg.  $\approx 3\%$  Cr, at least either the bearing ring and rolling element is quenched and is thereafter subjected to nitriding treatment in a

ferritic temp. region to regulate the hardness of the surface to  $\approx 1000$  Hv. Or, in the case at least either the bearing ring or rolling element is composed of stainless steel contg.  $\approx 8$  Cr, it is subjected to nitriding treatment in a ferritic temp. region to regulate the hardness of the surface, preferably, to  $\approx 700$  Hv. It is desirable that the above nitriding treatment is executed in an atmosphere contg. sulfur to promote the nitriding even at a low temp. Moreover, by this nitriding treatment in a ferritic region, tempering treatment is obviated, so that the reduction of the production cost is made possible.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-80923

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

C 2 3 C 8/26

C 2 3 C 8/26

8/28

8/28

F 1 6 C 33/32

F 1 6 C 33/32

33/62

33/62

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-236015

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月1日

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 対馬 全之

三重県桑名市大字友村414の15

(72) 発明者 藤井 幸生

三重県員弁郡北勢町東村94

(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

(54) 【発明の名称】 転がり軸受およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 簡易な処理でスタンプ傷を防止できる転がり軸受およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 軌道輪と転動体との少なくともいずれかに焼き入れを行なった後にフェライト温度領域で窒化処理を施すことで、Hv1000以上の表面硬度とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 軌道輪と転動体とを有する転がり軸受において、前記軌道輪と前記転動体との少なくともいずれかは、フェライト温度領域で窒化処理を施されることで Hv 1000 以上の表面硬度を有している、転がり軸受。

【請求項 2】 前記軌道輪と前記転動体とは、化学組成において 3% 以上の Cr を含む鋼よりなっている、請求項 1 に記載の転がり軸受。

【請求項 3】 軌道輪と転動体とを有する転がり軸受において、前記軌道輪と前記転動体との少なくともいずれかは、化学組成において 8% 以上の Cr を含むステンレス鋼よりなり、かつフェライト温度領域で窒化処理を施されることで Hv 700 以上の表面硬度を有している、転がり軸受。

【請求項 4】 軌道輪と転動体とを有する転がり軸受の製造方法において、前記軌道輪と前記転動体との少なくともいずれかに焼き入れを行なった後にフェライト温度領域で窒化処理を施すことを特徴とする、転がり軸受の製造方法。

【請求項 5】 前記窒化処理における雰囲気は硫黄を含んでいる、請求項 4 に記載の転がり軸受の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、転がり軸受およびその製造方法に関し、より特定的には、音響劣化を防止し得る転がり軸受およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】HDD用軸受、クリーナー用軸受あるいはターボチャージ用軸受では、内外輪の転送面に存在する硬い非金属介在物 ( $Al_2O_3$ 、TiN など) の微小な突起によって、音響劣化が引き起こされる。以下、そのことについて詳細に説明する。

【0003】たとえば内外輪の研削超仕上げ後の転送面には、非金属介在物の突起が観察される。相手物体 (たとえばボール) の表面がこの突起と接触すると、当然のことながら、相手物体の表面にはスタンプ傷 (突起による凹み) が付く。軸受が回転するにつれて、次第にスタンプ傷は無数になり、鉢巻き状の条痕となる。この条痕が複数のボールに発生すると、軸受の音響は大きくなり、音響劣化が引き起こされることになる。

【0004】この音響劣化の対策として、これまで硬いセラミックボールの使用 (特開平 9-88975 号公報) や、硬い DLC (ダイヤモンド・ライク・カーボン) 膜を表面に付けること (特開平 9-88975 号公報) が考えられてきた。しかしながら、これらの方法は非常に高価な方法であり、実用化されていない。

【0005】また、他の音響劣化の原因として、軸受が

予圧状態で室温よりも高い温度条件で放置された場合、相手物体 (たとえば、軌道輪に対してはボール) による微小圧痕が生成することが挙げられる。これの対策としては、残留オーステナイトを少なくすることが効果的である (特開平 7-103241 号公報) が、ステンレス鋼では、残留オーステナイトを少なくする従来の熱処理は硬度の不足を引き起こす。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のスタンプ傷の防止には、相手物体 (たとえばボール) の表面硬度を Hv 1000 程度以上にすることが必要と考えられる。従来技術としてボールに加工硬化処理を施すことが一般に行なわれているが、このときの硬度は Hv 850 程度であり、音響劣化の問題を解決するには表面をさらに硬くする必要がある。

【0007】また表面を硬化する方法として、軸受鋼に対してサブゼロ処理や、オーステナイト加熱領域における浸炭窒化処理などがある。しかしながら、これらの方法では、硬さはせいぜい Hv 800 程度であり、Hv 1000 程度の硬度を得ることは難しい。

【0008】また上記の微小圧痕の防止には、残留オーステナイト量を少なくして、かつ表面硬度を Hv 700 程度以上にすることが必要と考えられるが、ステンレス鋼の場合、残留オーステナイトを少なくするための高温焼き戻しは硬度低下の原因になり、残留オーステナイト量が 0% で、かつ Hv 700 程度の硬度を得ることは難しい。

【0009】それゆえ本発明の 1 の目的は、簡易な処理でスタンプ傷を防止できる転がり軸受およびその製造方法を提供することである。

【0010】また本発明の他の目的は、表面硬度が Hv 1000 以上の転動体および/または軌道輪を有する転がり軸受およびその製造方法を提供することである。

【0011】また本発明のさらに他の目的は、残留オーステナイト量が 0% で、かつ表面硬度が Hv 700 以上の転動体および/または軌道輪を有するステンレス鋼の転がり軸受およびその製造方法を提供することである。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の 1 の局面に従う転がり軸受は、軌道輪と転動体とを有し、軌道輪と転動体との少なくともいずれかは、フェライト温度領域で窒化処理を施されることで Hv 1000 以上の表面硬度を有している。

【0013】本発明の 1 の局面に従う転がり軸受では、軌道輪と転動体との一方が Hv 1000 以上の表面硬度を有しているため、他方の表面の非金属介在物の突起は相手物体との数回の接触で潰れてしまう。このため、軌道輪または転動体の表面にスタンプ傷が発生することが防止され、音響劣化は生じない。

【0014】上記局面において好ましくは、軌道輪と転

動体とは、化学組成において3%以上のCrを含む鋼よりなっている。

【0015】本発明の他の局面に従う転がり軸受は、軌道輪と転動体とを有し、軌道輪と転動体との少なくともいずれかは、化学組成において8%以上のCrを含むステンレス鋼よりなり、かつフェライト温度領域で窒化処理を施されることでHv700以上の表面硬度を有している。

【0016】この場合、残留オーステナイト量は0%であり、このため、軌道輪または転動体の表面に上記の微小圧痕が発生することが防止され、音響劣化は生じない。

【0017】本発明の転がり軸受の製造方法は、軌道輪と転動体とを有する転がり軸受の製造方法において、軌道輪と転動体との少なくともいずれかに焼き入れを行なった後にフェライト温度領域で窒化処理を施すことを特徴とする。

【0018】本発明の転がり軸受の製造方法では、焼き入れ後にフェライト温度領域で窒化処理を行なうことによって、スタンプ傷の発生を防止するに必要な高い表面硬度を得ることができる。この窒化処理は焼き戻し処理の代わりに行なうものであるため、窒化処理の工程は実際にはコストアップにはならず、従来の技術であるセラミックボールやDLCコーティングという高価な方法に比べて極めて安価な方法である。つまり、このような窒化処理を行なうことで、極めて安価な方法で音響劣化の発生を防止することが可能となるのである。なお、歪取\*

\*りのため、窒化処理後に適当な温度で焼き戻しを追加することも好ましい。

【0019】上記局面において好ましくは、窒化処理における雰囲気は硫黄を含んでいる。窒化処理の雰囲気中に硫黄を含むことによって低い温度でも窒化を促進することができ、これによってより高い表面硬度を得ることができる。

【0020】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0021】実施例1

(a) リング転動試験

本願発明者らは、まずスタンプ傷の発生状況を次の方法で確認した。

【0022】SUJ2鋼製のφ50リング試験片に標準熱処理を施し、研削超仕上げをした後、この2つのリング試験片について転動試験を行なった。その結果、一方の試験片に存在する非金属介在物の突起が相手試験片に無数のスタンプ傷を付け、それが条痕になって現れた。このような条痕が軸受の転送面に発生すると、軸受の音響が大きくなると考えられる。

【0023】次に、以下の表1に示す種々の鋼種で作製した試験片を用い、それぞれ標準的な方法で焼き入れした後、比較例については、通常の焼き戻しを行ない、また本発明例については窒化処理を行なった。

【0024】

【表1】

	試 験 片			相手 試験片	条痕の 数
	鋼種	熱 処 理	表面温度		
比較 例	SUJ2	850℃焼き入れ、180℃焼き戻し	Hv750	SUJ2	10本
	M50	1050℃焼き入れ、550℃焼き戻し	Hv700	↑	3本
	440C	1050℃焼き入れ、180℃焼き戻し	Hv680	↑	2本
本発 明例	M50	1050℃焼き入れ、550℃窒化処理	Hv1050	↑	0本
	440C	1050℃焼き入れ、550℃窒化処理	Hv1100	↑	0本

【0025】具体的には、比較例のSUJ2には、850℃の温度から焼き入れを行なった後、180℃の温度で焼き戻しを行なった。また比較例のM50については、1050℃の温度から焼き入れを行なった後、550℃の温度で焼き戻しを行なった。また比較例のSUS440C（以下、440Cと称する）については、1050℃の温度から焼き入れを行なった後、180℃の温度で焼き戻しを行なった。本発明例のM50については、1050℃の温度から焼き入れを行なった後、550℃の温度で窒化処理を行なった。また本発明例の440Cについては、1050℃の温度から焼き入れを行なった後、550℃の温度で窒化処理を行なった。

【0026】この各鋼種の試験片について、SUJ2試

験片を相手にしたときのリング転動試験の結果を表1に示す。

【0027】比較例のM50および440Cでは、表面硬度がHv700程度であり、転動試験後には転送面に数本の条痕が観察された。これに対して、焼き入れ後窒化処理をした本発明例については、合金成分の多いM50、440Cでは、表面硬度がHv1000以上になっており、転動試験後において転送面に条痕の発生は観察されなかった。

【0028】特に本発明例のM50と440Cとの硬度分布を図1および図2に示す。図1と図2とを参照して、本発明例のM50では、表面硬度がHv1000以上と高く、芯部ではほぼHv800程度となっていた。

また本発明例の440Cでは、表面硬度がHv1100程度と高く、芯部ではHv450程度であった。

【0029】以上の結果より、焼き入れ後にフェライト温度領域で窒化処理をすることで、Hv1000以上の表面硬度を有する試験片が得られることが判明した。

【0030】(b) 軸受による音響劣化試験  
次に、M50鋼製ボールに対して、表1に示す比較例お\*

試験軸受	#696
回転数	25,000rpm
雰囲気温度	60℃
面圧	1.4GPa
予圧	17.6N 11.8N
運転時間	100, 200, 300, 400, 500, 600h
測定項目	軸受外輪温度、軸方向振動、雰囲気温度、…試験中 スピンドル音響、軸受単体パイプロ値…試験前後

【0032】この条件で測定した音響劣化試験の結果を図3に示す。図3より、本発明例のM50鋼製ボールを用いた軸受では、運転時間が長くなっても音響劣化が認められなかった。これに対して、比較例のM50鋼製ボールを用いた軸受では、運転時間が長くなるに従って音響劣化が生じていることが判明した。

【0033】上記の本発明例と比較例との音響劣化の相違は、用いたボールの表面硬度の差に基づくものであると考えられる。つまり、本発明例のM50鋼製ボールでは表面硬度がHv1000以上であったため、運転時間が長くとも条痕が発生せず、ゆえに音響劣化が生じなかったものと考えられる。一方、比較例のM50鋼製ボールでは表面硬度がHv700程度であるため条痕が発生して音響が劣化したものと考えられる。

【0034】なお、高合金鋼の窒化処理では、窒素の浸入においてやや困難を伴う場合も考えられる。このため、そのような場合には窒化処理の代わりに浸硫窒化処理が用いられてもよい。浸硫窒化処理を用いた場合には、雰囲気中の硫黄の働きによって窒化が促進される。※

\* よび本発明例の各熱処理条件で焼き入れおよび焼き戻しまたは窒化処理を行ない、研削超仕上げをしてこれを軸受に組込んで耐久試験を行なった。この耐久試験における音響劣化の測定条件を表2に示す。

【0031】

【表2】

※【0035】この浸硫窒化処理の具体例を図4に示す。図4を参照して、たとえばM50鋼や440C鋼よりなる転動体もしくは軌道輪を所定温度から焼き入れを行なった後、たとえばNH<sub>3</sub>ガスとNMガスとN<sub>2</sub>ガスとを含む雰囲気中で530℃の温度で5時間保持することで浸硫窒化処理が行なわれる。そして、この後、転動体もしくは軌道輪は、たとえばN<sub>2</sub>ガス中で560℃の温度で4時間保持される。

【0036】ここでNMガスとは、N<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Sとの混合ガスで、H<sub>2</sub>Sが3%含まれるものである。なお、昇温前からこのNMガスを導入するのは、表面活性作用を考慮したためである。

【0037】実施例2

表3に示す種々のステンレス鋼種で作製したミニチュア軸受の内外輪に、標準的な焼き入れを行なった後、比較例については通常の焼き戻しを行ない、本発明例については窒化処理を行なった。

【0038】

【表3】

	鋼種	熱処理	硬度	残留オーステナイト量	音響劣化量
比較例	440C	1050℃焼き入れ、180℃焼き戻し	Hv680	14%	13dBa
	13%Cr 鋼	1050℃焼き入れ、180℃焼き戻し	Hv690	13%	12dBa
本発明例	440C	1050℃焼き入れ、550℃窒化処理	Hv1100	—	0dBa
	13%Cr 鋼	1050℃焼き入れ、550℃窒化処理	Hv1050	—	0dBa

【0039】具体的には、比較例の440Cについては、1050℃の温度から焼き入れを行なった後、180℃の温度で焼き戻しを行なった。また比較例の13%

Cr鋼については、1050℃の温度から焼き入れを行なった後、180℃の温度で焼き戻しを行なった。また本発明例の440Cについては、1050℃の温度から

焼き入れを行なった後、550℃の温度で窒化処理を行なった。また本発明例の13%Cr鋼については、1050℃の温度から焼き入れを行なった後、550℃の温度で窒化処理を行なった。

【0040】このように熱処理を施した各ステンレス鋼種を研削した後、軸受に組込んで、この軸受をHDD装置に組み込み、90℃×120時間放置した後、実施例1と同一条件で軸受の音響試験を行ない、90℃×120時間の高温放置前後の音響劣化を調査した。その結果を表3に示す。

【0041】この音響劣化の結果により、本発明例の鋼種では、音響劣化量が実質的に0であったのに対し、比較例の鋼種では音響劣化量が12～13dBaと高くなることが判明した。

【0042】この結果が得られたのは、次の理由による。比較例については残留オーステナイト量が13%または14%程度であったのに対し、本発明例では残留オーステナイトは観察されなかった。このように残留オーステナイトが全く存在しないばかりでなく、マトリックスが安定なフェライト組織であることにより、HDD装置を高温で長時間放置してもボール圧痕が生成しなかったものと考えられる。また表面硬度がHv700以上であるので、軸受製造上の転送面の打ち傷や長時間使用における摩耗の問題もない。

【0043】なお、ステンレス鋼の窒化処理は窒素の浸入においてやや困難を伴うので、これらのステンレス鋼種についても、実施例1と同様、窒化処理の代わりに、図4に示すような浸硫窒化処理が行なわれてもよい。このように雰囲気中に硫黄を含めることにより、フェライト温度領域という低温でも窒化を促進することが可能となる。

【0044】今回開示された実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【0045】

【発明の効果】本発明の1の局面に従う転がり軸受では、軌道輪と転動体との一方がHv1000以上の表面

\* 硬度を有しているため、他方の表面の非金属介在物の突起は相手物体との数回の接触で潰れてしまう。このため、軌道輪または転動体の表面にスタンプ傷が発生することは防止され、音響劣化は生じない。

【0046】上記局面において好ましくは軌道輪と転動体とは、化学組成において3%以上のCrを含む鋼よりなっている。

【0047】本発明の他の局面に従う転がり軸受では、軌道輪と転動体との一方がHv700以上の表面硬度を有しているため、軸受製造上の転送面の打ち傷や長時間使用における摩耗の問題がないと同時に残留オーステナイト量が0%であるため、軌道輪または転動体の表面に相手物体による微小圧痕が発生することが防止され、高温放置による音響劣化は生じない。

【0048】本発明の転がり軸受の製造方法では、焼き入れ後にフェライト温度領域で窒化処理を行なうことによって、スタンプ傷の発生を防止するに必要な高い表面硬度を得ることができる。この窒化処理は焼き戻し処理の代わりに行なうので、窒化処理の工程は、実際にはコストアップにはならず、従来の技術であるセラミックボールやDLCコーティングという高価な方法に比べて極めて安価な方法である。つまり、焼き戻し処理の代わりに窒化処理を行なうことで、極めて安価な方法で音響劣化を防止することが可能となる。

【0049】なお、本発明の転がり軸受およびその製造方法は、ミニチュア軸受および小型軸受に適用されることが好ましい。

【0050】上記局面において好ましくは、窒化処理における雰囲気は硫黄を含んでいる。これによって、高合金鋼でも窒化を促進することができ、よって高い表面硬度を得ることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

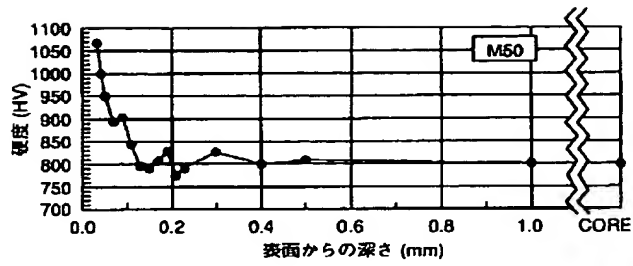
【図1】本発明の実施例1におけるM50鋼製の試験片の硬度分布を示すグラフである。

【図2】本発明の実施例1におけるSUS440C鋼製の試験片の硬度分布を示すグラフである。

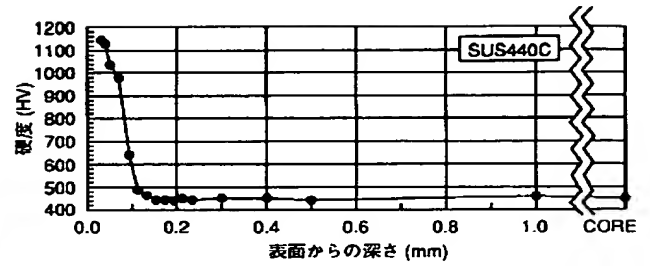
【図3】本発明例の軸受と比較例の軸受とで音響劣化を調べた結果を示すグラフである。

【図4】浸硫窒化処理を用いた場合の具体的な条件を示す図である。

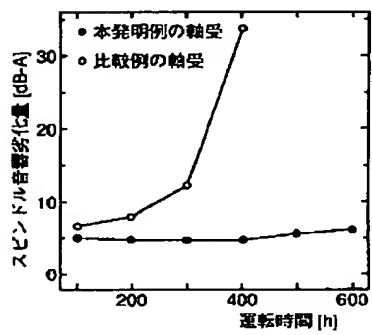
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

